

DR. BERG DIPL.-ING. STAFFE : : *Yereicht, in 12.12.80*
DIPL.-ING. SCHWABE DR. DR. SANDMAIR

PATENTANWÄLTE

Postfach 860245 · 8000 München 86

3042650

. 4 .

Anwaltsakte: 31 260

12. Nov. 1980

ELESTA AG ELEKTRONIK

CH-7310 Bad Ragaz (Schweiz)

Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von optischen
Maßstäben und Maßstab hergestellt nach dem Verfahren.

130022/0782

☎ (089) 98 82 72
98 82 73
98 82 74
98 33 10

Telegramm:
BERGSTAPF PATENT München
TELEX:
3042650 BERG d.

Bankkonten: Hypo-Bank München 4410122850
(BLZ 700 200 11) Swift Code: HYPO DE MM
Bayern Vereinsbank München 453100 (BLZ 700 202 70)
Postcheck München 65343-808 (BLZ 700 100 80)

-5.

3042650

Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von optischen
Massstäben und Massstab hergestellt nach dem Verfahren

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen von optischen Massstäben.

Optische Massstäbe werden vielfach zur Steuerung von Werkzeugmaschinen verwendet. Bei einem bekannten Verfahren zur Herstellung von optischen Massstäben wird das in der Regel aus Glas bestehende, durchsichtige Substrat mit einer säure-resistenten Schicht bedeckt. Die einzelnen Teilstriche werden dann in diese Schicht eingefritzt, worauf dann durch Ätzen der eigentliche Messtrich auf der Glasoberfläche gebildet wird. Dieses Verfahren hat unter anderem den Nachteil, dass beim Ritzen feine Späne entstehen, die unter Umständen auf dem Teilstrich liegen bleiben und damit ein Ätzen verhindern.

130022/0782

ORIGINAL INSPECTED

-6-

3042650

Wenn es gelingt, einen solchen Massstab von hoher Genauigkeit und mit praktisch fehlerfreien Teilstrichen zu erzeugen, kann dieser als Original zur Herstellung von weiteren Massstäben auf optischem Wege dienen. Bei sogenannten Kontaktverfahren wird der Originalmassstab auf ein weiteres Substrat, das eine lichtempfindliche Schicht aufweist, aufgelegt, worauf dann die Belichtung erfolgt und somit das Strichmuster auf das Substrat fotografisch übertragen wird. Durch die anschliessenden Entwicklungsvorgänge wird dann ein Massstab erzeugt, der eine Kopie des Originals darstellt.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines optischen Massstabes zu schaffen, durch welches ein Massstab mit sauberen und genauen Teilstrichen rationell erzeugbar ist.

Gemäss der Erfindung wird dies dadurch erreicht, dass auf ein Substrat eine Beschichtung aufgetragen wird und dass dann mittels eines Laser- oder Elektronenstrahls eine Markierung durch lokales Verdampfen oder Umwandeln der Schicht erzeugt wird. Die Verwendung eines Laser- oder Elektronenstrahls hat den Vorteil, dass das Beschichtungsmaterial in der Gegend der Markierung verdampft und somit keine störenden Späne oder dergleichen übrig bleiben. Bei der Verwendung einer geeigneten Beschichtung kann nachher die Markierung durch Ätzen auf die Substratoberfläche direkt übertragen werden. Es kann aber auch eine optisch wirksame Schicht verwendet werden, z. B. eine lichtundurchlässige Schicht, so dass die Strichmarkierungen dann als lichtdurchlässige Stellen erscheinen. In diesem Falle ist der Massstab grundsätzlich ohne weitere Fertigungsverfahren verwendbar. Statt einer lichtundurchlässigen Beschichtung ist es auch möglich, eine lichtstreuende oder eine polarisierende Beschichtung zu verwenden. Es ist dann lediglich darauf zu achten, dass bei der Verwendung des Massstabes das optische Abtastorgan entsprechend ausgebildet ist, um die Markierungen festzustellen.

130022/0782

-6- .7.

3042650

Vorteilhaft wird die Beschichtung aus Wismut und Selen im Mischungsverhältnis zwischen 2,5 zu 1 und 3,5 zu 1 aufgedampft. Bei einer solchen Beschichtung liegt die Verdampfungstemperatur sehr günstig, so dass ein Laser mit relativ kleiner Leistung Anwendung finden kann. Die bei der Verdampfung entstehende Wärme ist dabei so gering, dass die Genauigkeit des Massstabes dadurch nicht beeinträchtigt wird. Auch können hohe Herstellungsgeschwindigkeiten erzielt werden.

Der zur Herstellung des Massstabes verwendete Laser- oder Elektronenstrahl ist vorteilhaft fokussiert. Dies ist beispielsweise zur Erzielung der notwendigen Energiedichte im Bereich der zu bearbeitenden Beschichtung von Vorteil.

Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, welche gekennzeichnet ist durch eine Einrichtung zur Erzeugung eines Laser- oder Elektronenstrahls, dessen optische Achse praktisch senkrecht auf die Beschichtung des Substrats gerichtet ist, eine Fokussiereinrichtung, und einer Vorschubvorrichtung zur Erzeugung einer Relativbewegung zwischen dem eine Beschichtung aufweisenden Substrat und der optischen Achse. Mit einer solchen Vorrichtung lässt sich ein optischer Massstab auf verhältnismässig einfache Weise herstellen.

Es ist möglich, dass die Vorschubvorrichtung aus optischen Mitteln besteht, mit welchen die optische Achse relativ zum Substrat verschoben wird. Dies hat den Vorteil, dass keine oder nur kleine mechanische Bewegungen notwendig sind.

Zweckmässigerweise weist die Vorschubvorrichtung einen Schlitten zur Aufnahme des beschichteten Substrats auf und ist über eine Kugelrollspindel von einem Motor antreibbar. Bei dieser Ausgestaltung kann die Einrichtung zur Erzeugung eines Laser- oder Elektronenstrahls stationär bleiben, was für die Erzielung

hoher Präzision von Vorteil ist.

130022/0782

-8-

3042650

Die Fokussiereinrichtung weist vorteilhaft eine Zylinderlinse auf. Dies hat den Vorteil, dass bei der Herstellung der Markierung keine Bewegungen ausgeführt werden müssen, wie dies beispielsweise bei der Herstellung eines Teilstriches mit einer Nadel bei herkömmlichen Verfahren der Fall ist. Auch dies trägt zur Erhöhung der Präzision bei, denn die ganze Vorrichtung bleibt bei der Herstellung erschütterungsfrei.

Gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist ein Quervorschub vorgesehen, mit welchem eine weitere, zur ersten Relativbewegung quer gerichtete Relativbewegung zwischen dem beschichteten Substrat und der optischen Achse erzeugbar ist. Diese Ausbildung ist zweckmässig, wenn aus irgendwelchen Gründen keine Zylinderlinse zur Herstellung eines Teilstriches verwendet werden kann. Da aber keine starken mechanischen Einwirkungen auf das Substrat erfolgen, wie dies das Wegkratzen einer Schicht durch eine Nadel darstellt, werden dennoch Vorteile gegenüber dem herkömmlichen Verfahren erzielt.

Es können aber auch Mittel zur Ablenkung des Laser- oder Elektronenstrahls quer zur ersten Relativbewegung vorgesehen werden. Als solche Mittel kommen Spiegel bzw. elektro- oder elektronenoptische Mittel in Frage, wobei letztere besonders vorteilhaft sind, weil dann keinerlei mechanische Bewegungen notwendig sind.

Mit Vorteil wird eine Anzahl von Einrichtungen zur Erzeugung eines Laser- oder Elektronenstrahls längs des Substrats angeordnet. Auf diese Weise ist es möglich, an mehreren Stellen des Massstabes gleichzeitig Markierungen anzubringen, so dass die Herstellungsgeschwindigkeit erheblich erhöht wird.

130022/0782

10-12-2005

-8- .9.

3042650

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben. Es zeigt:

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Herstellen von optischen Massstäben, wobei eine Zylinderlinse verwendet wird, um einen im Querschnitt strichförmigen Strahl zu erzeugen,
- Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Herstellung von optischen Massstäben, bei welcher zur Herstellung eines Teilstrichs der Laserstrahl verschoben wird,
- Fig. 3 ein drittes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Herstellung von optischen Massstäben, bei welcher ein Spiegel bewegt wird, um eine Auslenkung des Laserstrahls zu bewirken,
- Fig. 4 einen mit dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellten optischen Massstab und
- Fig. 5 einen Querschnitt durch den Massstab von Figur 4, wobei noch eine mit dem Massstab luftdicht verbundene Abdeckung vorgesehen ist.

Die in Figur 1 dargestellte Vorrichtung zum Herstellen von optischen Massstäben besitzt einen Laser 11, der über ein optisches System einen Laserstrahl 13 auf ein Substrat 15, z.B. aus Glas, lenkt, das an der Oberfläche eine Beschichtung 16 aufweist. Das Substrat 15 ist auf einem Schlitten 17 befestigt, der mit einem Schrittschaltmotor 19 und einer Kugelrollspindel 21 auf einer Führung 23 in Längsrichtung des Massstabs verschoben

130022/0782

ORIGINAL INSPECTED

3042650

werden kann. Das optische System besteht aus einer Kollimatorlinse 25, einer Zylinderlinse 27, einem Spiegel 29 und einer Fokussierlinse 31. Durch die Zylinderlinse 27 wird ein Lichtstrahl erzeugt, der nach der Fokussierung durch die Linse 13 einen strichförmigen Querschnitt besitzt. Beim Einschalten des Lasers 11 wird daher durch den Laserstrahl eine strichförmige Markierung durch lokales Verdampfen oder Umwandeln der auf dem Substrat 15 angebrachten Schicht 16 erzeugt. Nach der Erzeugung eines Striches macht der Schrittschaltmotor 19 einen Schritt, so dass über die Spindel 21 der Schlitten 17 um den Teilabstand zwischen zwei Strichen bewegt wird. In solcher Weise wird ein Teilstrich nach dem andern auf dem Substrat 15 erzeugt und ein optischer Massstab hergestellt, wie er beispielsweise in Figur 4 dargestellt ist, wo auch die als Teilstriche ausgebildeten Markierungen 14 ersichtlich sind.

Die Markierungen 14 können sich, wie in Figur 5 gezeigt wird, in einem Hohlraum 18 des Massstabes befinden. Zu diesem Zweck ist auf dem Substrat 15 ein Deckel 20, z.B. durch Kleben, luftdicht angebracht. Durch diesen Deckel 20 wird ein Verschmutzen oder Verstauben der Teilstriche 14 vermieden. Der Deckel 20 kann sich bereits bei der Herstellung der Teilstriche auf dem Substrat 15 befinden, in welchem Falle der Laserstrahl 13 entweder durch den Deckel 20 oder das Substrat 15 hindurch auf die Schicht 16 gelenkt wird, um durch lokales Verdampfen oder Umwandeln dieser Schicht eine Markierung 14 zu erzeugen.

Je nach der Art der Schicht 16 stellt der entfernte Teil 14 der Schicht die entgültige Markierung dar oder ermöglicht die Ausbildung einer Markierung durch eine nachfolgende Behandlung, z.B. Ätzen. Wenn ein Ätzen vorgesehen wird, wird die Beschichtung 16 säurefest ausgeführt.

130022/0782

-10-

-11-

3042650

Bei der in Figur 5 dargestellten Ausführungsform des Massstabes besteht die Schicht 16 vorteilhaft aus einer optisch undurchsichtigen Schicht aus Wismut und Selen. Die beiden Stoffe Wismut und Selen werden vorteilhaft gleichzeitig als amorphe Schicht in einem Mischungsverhältnis zwischen 2,5 zu 1 und 3,5 zu 1 aufgedampft. Bei einer solchen Schicht liegt die Verdampfungstemperatur sehr günstig, so dass ein Laser mit relativ kleiner Leistung Anwendung finden kann und durch die bei der Verdampfung entstehenden Wärme die Genauigkeit des Massstabes nicht beeinträchtigt wird.

Die Vorrichtung von Figur 2 ist ähnlich aufgebaut wie jene von Figur 1, wobei aber Mittel vorgesehen sind, um einen Teil des optischen Systems seitlich zu verschieben. Es findet somit nicht nur eine Relativbewegung zwischen dem eine Beschichtung aufweisenden Substrat und der optischen Achse in Längsrichtung des Massstabes statt, sondern auch eine quergerichtete Relativbewegung zwischen dem beschichteten Substrat und der optischen Achse. Währenddem die erstgenannte Relativbewegung durch einen in Figur 1 dargestellten Vorschubmechanismus bestehend aus Schrittschaltmotor 19 und Spindel 21 erzeugt wird, erfolgt die zweitgenannte Relativbewegung, nämlich die Querbewegung zur Erzeugung eines Striches 14, durch einen Motor 33, der über eine Spindel 35 die Linse 31 und gegebenenfalls auch den Spiegel 29 verschiebt. Bei genügend grossem Spiegel 29 ist jedoch dessen Bewegung nicht notwendig.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Vorrichtung, die in Figur 3 gezeigt ist, wird die Querbewegung der optischen Achse 30 durch die Bewegung des Spiegels 29 erreicht. Zu diesem Zweck wirkt der Motor 33 mit der Spindel 35 auf den Spiegel 29, der dann um die Achse 37 verschwenkt wird.

130022/0782

~~11~~

12

3042650

Es ist dem Fachmann ersichtlich, dass verschiedene Modifikationen durchgeführt werden können, ohne vom Erfindungsgedanken abzuweichen. So kann beispielsweise bei der Vorrichtung von Figur 1 der Spiegel 29 entfallen, wenn der Laser 11 senkrecht angeordnet wird. Dasselbe trifft auch für die Vorrichtung gemäss Figur 2 zu, wenn der Laser 11 entweder einen genügend breiten Strahl erzeugt oder zusammen mit der Linse 31 durch den Quervorschub 33, 35 bewegbar angeordnet wird.

130022/0782

ORIGINAL INSPECTED

~~12~~

13

3042650

Zusammenfassung

Bei diesem Verfahren werden auf ein Substrat, z. B. Glas, eine Beschichtung aufgetragen und dann mittels eines Laser- oder Elektronenstrahls (13) Markierungen (14) durch lokales Verdampfen der Beschichtung (16) erzeugt. Da im Gegensatz zum Ritzen einer Beschichtung keine Späne anfallen, werden sehr saubere Markierungen (14) erzeugt. Die Vorrichtung weist einen Schrittschaltmotor (19) auf, mit welchem über eine Kugelrollspindel (21) der Schlitten (17) von Markierung zu Markierung (14) verschoben wird. Der Laser (11) erzeugt über die Kollimierlinse (25), die Zylinderlinse (27), den Spiegel (29) und die Fokussierlinse (31) auf der Beschichtung (16) eine strichförmige beleuchtete Fläche, wobei die Temperatur im Bereich dieser Fläche so gross wird, dass das Beschichtungsmaterial verdampft und ein Strich (14) entsteht.

(Fig. 1)

130022/0782

3042650

15.

Nummer: 30 42 650
 Int. Cl.³: G 01 B 3/02
 Anmeldetag: 12. November 1980
 Offenlegungstag: 27. Mai 1981

NACHGEREICHT

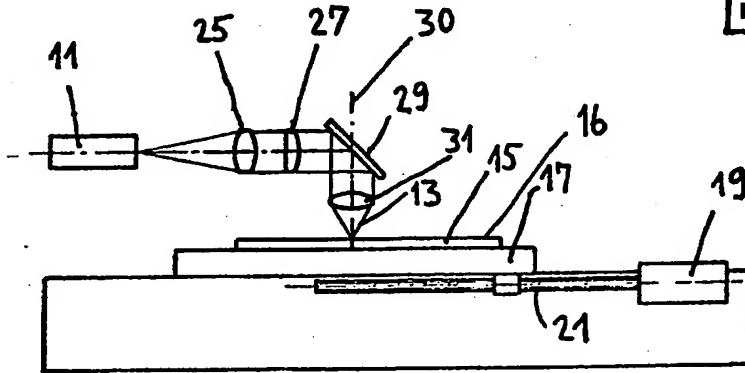


Fig. 1

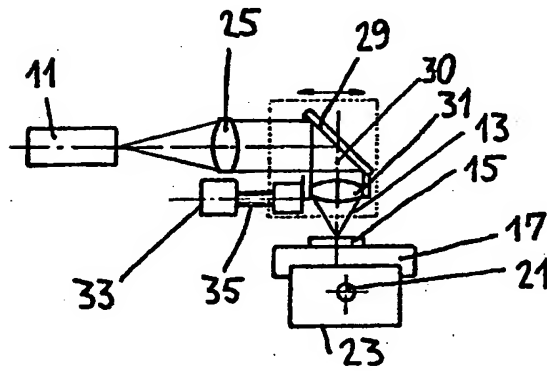


Fig. 2

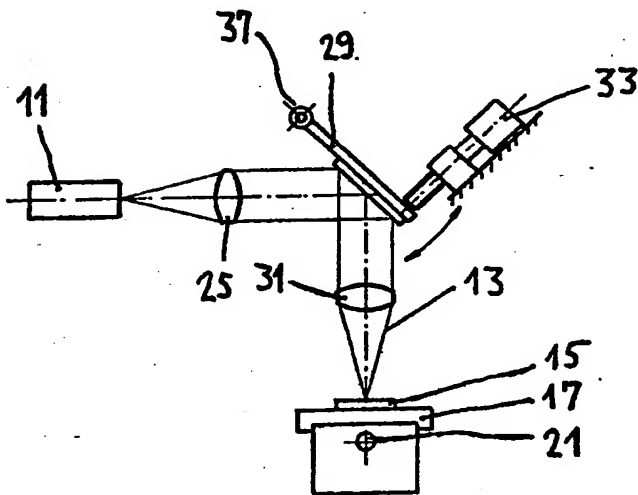


Fig. 3

130022/0782

17 11 00

-14-

3042650

NACHGERICHT

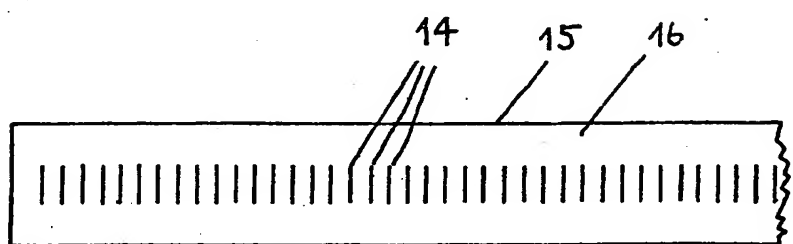


Fig. 4

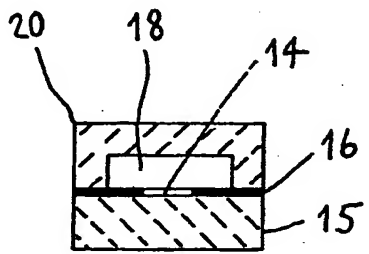


Fig. 5

130022/0782